第47卷 第11期
2024年11月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 47 No. 11
Nov. 2024

中国乡村生态韧性时空演变特征及影响因素探究

任洪杰， 李辉尚

（中国农业科学院农业信息研究所/农业农村部农业大数据重点实验室，北京 100081）

摘 要：基于韧性治理理论，选取2004—2021年中国30个省（市）的面板数据，从压力维度、状态维度和响应维度3个方面出发构建评价指标，客观测度与系统刻画了中国乡村生态韧性的时空演变特征，并运用空间杜宾模型实证探究了影响乡村生态韧性的因素。结果表明：(1) 全国乡村生态韧性虽呈上升趋势，但整体仍处于较低水平，呈现粮食主销区>粮食主产区>粮食产销平衡区的特征。(2) 乡村生态韧性得分在考察期内呈现"曲线向右运动、右尾拉长、宽度加大"的特点，且通过Dagum基尼系数分解区域差距发现，地区总体差异不严峻，并呈现持续缩小态势。(3) 通过空间外溢效应分解发现，环境规制强度显著正向影响乡村生态韧性水平，且存在显著负向溢出效应；城镇化率显著负向影响乡村生态韧性水平，并存在显著正向溢出效应；农村经济增长水平及政府财政支农力度分别正向和负向影响乡村生态韧性，但结果并不显著，从间接效应来看，两者均存在显著的负向溢出效应。

关 键 词：乡村生态；韧性；时空演变；影响因素

文章编号：1000－6060(2024)11－1915－09(1915～1923)

乡村振兴战略是建设社会主义现代化国家的战略部署，而乡村生态环境绿色可持续发展是实现乡村振兴战略的重要一环[1]。习近平总书记对于乡村生态有深刻的论述，指出"中国要美，农村必须美""农村环境直接影响米袋子、菜篮子、水缸子、城镇后花园"，进一步明确了乡村生态对人民生产生活的重要性。但近年来，无界限、无节制、不可持续性的粗放式生产和生活方式使得乡村资源过度利用、环境污染等问题层出不穷[2]，据国家统计局数据，2020年中国化肥使用量达到5250.7×10^4 t，占世界总施用量的35%，农业用水长期处于高压状态，人均水资源仅为世界平均水平的28%，水污染与水资源利用效率低并存，严重影响着乡村生态系统，削弱了乡村生态承载力、增加了生态风险。除此之外，乡村环保设施建设滞后，乡村生态保护意识淡薄、乡村生态法制建设薄弱等问题突出[3-4]，极大限制了乡村生态文明建设的步伐。在此背景下，《"十四五"推进农业农村现代化规划》《农村人居环境整治三年行动方案》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》等一系列重要政策中提出要提升乡村生态系统质量和稳定性。乡村生态韧性作为乡村生态系统质量和稳定性的重要保障，其在最大程度地抵抗风险并迅速恢复生态系统运行显得尤为重要，因此系统评估乡村生态韧性水平，全面把握乡村生态韧性时空演进规律及影响因素，是新发展阶段亟需研究的重大科学问题。

韧性最早起源于物理学，指物体柔软而不易斩断的性能。1973年，Holling首次将韧性引入生态学，以表征生态系统内部的稳定结构与功能[5]。生态韧性作为热点问题，受到诸多学者的关注，在乡

收稿日期：2023-12-15； **修订日期**：2024-01-16

基金项目：国家自然科学基金面上项目(72073131)；中国农业科学院创新工程(CAAS-AII-2016)；中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(JBYW-AII-2022-10，JBYW-AII-2021-41)资助

作者简介：任洪杰(2000-)，女，在读硕士，主要从事农业经济管理等研究. E-mail: renhongjie202105@163.com

通讯作者：李辉尚(1979-)，男，博士，研究员，主要从事农业经济理论与政策等研究. E-mail: lihuishang@caas.cn

村生态韧性方面,主要研究包括3个方面:一是乡村生态韧性的内涵。学界对其内涵开展了积极探索,认为乡村生态韧性内涵紧跟时代发展的进阶要求,其以抗风险力和恢复力为本质要求,通过乡村系统内部生态子系统的自我调节和人类多元治理手段将外部冲击内化、分散或转移,以达到避免乡村生态折损或实现后果修复的目的[6]。二是乡村生态韧性水平测度。从乡村视角研究生态韧性总体缺乏,相关研究方法多存在于乡村韧性的综合研究中,多数学者使用熵权法和TOPSIS法,从三生视角出发,构建包含乡村生态、经济及文化等多维度的乡村韧性评估指标体系,其中乡村生态韧性维度多选取以乡村水土保持能力、乡村生态资源、乡村碳排放及乡村生态调节能力为代表指标[7-9],还有学者运用层次分析法等研究乡村生态韧性中的某一方面,如乡村人居环境综合韧性[10-11];除此之外,有学者运用单一维度构建乡村生态可持续指数以衡量乡村生态韧性水平[12],进一步,有学者指出应从多维视角构建指标体系,进而系统评估乡村生态韧性,涵盖了生产韧性、生活韧性及环境韧性等维度[13]。三是乡村生态韧性的影响因素。学者们利用空间计量模型、面板数据模型如Tobit模型、固定效应模型等,分别从自然和人类活动出发探究乡村生态韧性的影响因素。从自然因素出发,气候、地形和水资源等因素对乡村生态韧性有显著作用。从人类活动因素出发,城镇化、人口集聚、科技创新、经济发展水平及劳动力供给等因素的关键性作用得到证实[14-15]。

通过文献梳理发现,近些年乡村生态韧性的研究多作为乡村韧性的维度之一进行内涵界定、水平测度及影响因素分析,为本文研究提供了诸多借鉴。然而,鲜有文献对我国乡村生态韧性水平进行直接测度,实证研究匮乏,特别在进入"十四五"新发展阶段,我国对加强生态文明建设、加快推动绿色低碳发展提出了新要求,在此现实背景下,急需对我国乡村生态韧性发展水平有全面认识。基于此,本文首先采用熵值法和TOPSIS法构建乡村生态韧性综合评价指标;其次,运用核密度估计法探究乡村生态韧性动态演变特征,并运用Dagum基尼系数对乡村生态韧性进行差异化分解;最后,构建空间杜宾模型,探究影响乡村生态韧性的因素,并基于研究结论,提炼相应政策启示,为确保乡村生态绿色可持续发展提供现实指导。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

本文以中国30个省(市)为研究区域(不包括西藏以及港澳台地区)。与此同时,食为政首、粮安天下,乡村作为我国农业人口、粮食经济资源与粮食生态环境的禀赋区、粮食和重要农产品供给的生产基地,为我国粮食安全作出了巨大贡献。然而,高投入、高消耗的粗放型农业生产方式具有显著负外部性,环境污染与耕地退化加剧,严重威胁了乡村生态可持续发展,因此本文在探究我国总体乡村生态韧性时空演变特征的同时,进一步借鉴官方粮食生产布局区域划分(我国划分了13个粮食主产区、7个主销区和11个基本平衡区,其中,主产区包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东、江苏、安徽、江西、湖北、湖南和四川,主销区包括北京、天津、上海、浙江、福建、广东和海南,产销平衡区包括山西、宁夏、青海、甘肃、云南、贵州、重庆、广西、陕西、西藏和新疆),深入探究我国粮食主产区、主销区和产销平衡区的乡村生态韧性,以期提高相关政策实施的靶向精度和因地制宜的匹配度。

1.2 数据来源

数据主要来自2004—2021年的《中国农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《城乡建设统计年鉴》《中国统计年鉴》;部分数据(单位播种面积农用化肥量等)通过基础数据梳理运算得出;对于个别缺失数据,采用移动平均值和线性插补法进行补齐;GDP等相关经济数据以2004年为基期进行平减以消除通货膨胀影响。

1.3 指标体系的遴选依据与构成

"压力-状态-响应"(PSR)模型是研究生态环境问题经典框架体系,体现了人类与环境之间的相互作用关系[16-17]。在乡村生态领域,人类通过农业农村生产生活活动从乡村自然生态中获取其生存与发展所必需的资源,同时又向乡村排放废弃物,从而改变了乡村的自然资源储量与环境质量,而乡村环境状态的恶化又反过来影响农村居民的社会经济活动和福利,进而倒逼人类通过政策,以及针对性的意识和行为变化对此做出反应,如此循环往复,构成了人类与乡村生态之间的"压力-状态-响

应"关系。本文基于此模型形成一级指标，具体包括压力维度、状态维度和响应维度，随后在一级指标基础上结合代表性文献研究成果及数据可得性[11,13,18-20]，遴选出22个二级指标，具体如表1所示。

1.4 乡村生态韧性影响因素指标选取描述性统计

为了进一步明确乡村生态韧性的影响因素，参考已有文献[11,15]，综合考虑乡村生态韧性发展特点和数据可得性，选取环境规制强度、城镇化率、农村经济增长水平和政府财政支农力度等指标分析其对乡村生态韧性的影响，其中环境规制强度的计算公式[21]为：

$$GDP_{it}\times\frac{1}{\frac{2}{3}\times\sqrt{area_{it}/\pi}} \qquad (1)$$

式中：GDP_{it}为i地区t时间的地区生产总值(10^8元)；$area_{it}$为i地区t时间管辖的区域面积(10^6 m^2)。城镇化率用"城镇人口占地区总人口的比重"来衡量；农村经济增长水平用"农村人均GDP"来衡量；政府财政支农力度用"农林水财政支出占总财政支出的比重"来衡量。乡村生态韧性影响因素的描述性统计如表2所示。

1.5 研究方法

1.5.1 熵值法评分 熵值法是根据观测数据的信息熵特性，测算出各指标的离散程度，然后根据离散度对各评价指标进行客观赋值，具体演算步骤见参考文献[22]。

1.5.2 TOPSIS方法修正 由于熵值法评分可能因某个指标的数值离散程度较大而导致指标权重存在偏误，本文采用TOPSIS方法予以修正，具体演算

表2 乡村生态韧性影响因素指标选取

Tab. 2 Selection of influencing factors of rural ecological resilience

变量名称	均值	标准差
环境规制强度/10^8元·m^{-1}	172.950	238.736
城镇化率/%	55.098	14.254
农村经济增长水平/10^8元·人$^{-1}$	0.791	0.527
政府财政支农力度/%	0.068	0.056

表1 乡村生态韧性水平评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of rural ecological resilience level

一级指标	二级指标	指标解释	属性
压力维度	单位播种面积农用化肥量/10^{-4} t·m^{-2}	农用化肥量/农作物播种面积	−
	单位播种面积农药施用量/10^{-4} t·m^{-2}	农药施用量/农作物播种面积	−
	单位播种面积农用塑料薄膜使用量/10^{-4} t·m^{-2}	农用塑料薄膜使用量/农作物播种面积	−
	单位播种面积农业用水量/10 m^3·m^{-2}	农业用水量/农作物播种面积	−
	人均农村居民生活污水排放量/m^2·人$^{-1}$	农村居民年生活用水量×0.75	−
	单位播种面积农作物受灾面积占比/%	农作物受灾(旱灾、风雹灾害、低温、冷冻和雪灾)面积/农作物播种面积	−
	耕地灾害损毁面积占比/%	耕地灾害损毁面积/总耕地面积	−
	沙化土地面积占比/%	沙化土地面积/地区土地面积	−
	单位GDP SO_2排放量/10^{-4} t·元$^{-1}$	SO_2排放量/地区生产总值	−
状态维度	森林覆盖率/%	森林面积/地区土地面积	+
	乡村绿化覆盖面积占比/%	乡村绿化覆盖面积/地区土地面积	+
	人均水资源总量/m^3·人$^{-1}$	人均水资源总量(直接引用)	+
	自然保护区面积占比/%	自然保护区面积/地区土地面积	+
	湿地面积占比/%	湿地面积/地区土地面积	+
响应维度	水土流失治理面积占比/%	水土流失治理面积/地区土地面积	+
	除涝面积占比/%	除涝面积/地区土地面积	+
	乡村污水处理厂处理效率/10^4 m^2·d^{-1}	乡村污水处理厂处理效率(直接引用)	+
	乡村人均公共厕所数量/座·人$^{-1}$	乡村公共厕所数量/乡村人口数量	+
	乡村人均生活垃圾中转站数量/座·人$^{-1}$	乡村生活垃圾中转站数量/乡村人口数量	+
	乡村人均沼气池产气量/m^2·人$^{-1}$	乡村沼气池产气量/乡村人口数量	+
	乡村人均农村太阳能热水器面积/m^2·人$^{-1}$	乡村农村太阳能热水器面积/乡村人口数量	+
	乡村绿色建设投入占比/%	乡村绿色建设投入/乡村总建设投入	+

注："+""−"分别表示正向指标、负向指标。另外，根据我国住房和城乡建设部2010年制定的《分地区农村生活污水处理技术指南》，农村污水总产生量可按照总用水量的60%~90%进行估算，本文选取中间值(75%)进行测算。

步骤见参考文献[23]。

1.5.3 Dagum基尼系数分解 通过对Dagum基尼系数的求解与分解，分析乡村生态韧性水平的总体差异及差异来源，并通过区域内外与超变密度分解探寻破解区域差异的具体路径。具体公式见参考文献[24]。

1.5.4 核密度估计法 为探究乡村生态韧性水平动态演变特征，本文以乡村生态韧性水平为指标进行核密度估计，函数表达式见参考文献[25]。

1.5.5 空间计量模型 使用空间杜宾模型进行空间计量回归，空间杜宾模型的表达式为[26]：

$$y_{it}=a+\beta x_{it}+\gamma w x_{it}+\rho w y_{it}+u_i+\delta_i+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中：y_{it}为i地区在t时期的乡村生态韧性；x_{it}为i地区在t时期的各影响乡村生态韧性的因素；a为模型的截距项；β和γ为待估计的参数向量；ρ为空间滞后系数；w为地理距离权重矩阵；u_i为i地区的省（市）固定效应；δ_i为i地区的年份固定效应；ε_{it}为i地区在t时期的随机扰动项。

2 结果与分析

2.1 乡村生态韧性水平分析

2.1.1 乡村生态韧性时空特征分析 2004—2021年全国乡村生态韧性平均水平呈上升趋势，18 a间增长了22.581%，上升速度较快（表3）。但截至2021年全国仅达到0.114，由此可见乡村生态韧性整体仍处于较低水平，乡村生态治理仍然任重道远。

表3 全国乡村生态韧性水平

Tab. 3 National level of rural ecological resilience

年份	全国	粮食主产区	粮食主销区	粮食产销平衡区
2004	0.093	0.093	0.117	0.077
2005	0.093	0.093	0.118	0.076
2006	0.093	0.093	0.118	0.075
2007	0.093	0.093	0.118	0.074
2008	0.093	0.093	0.118	0.074
2009	0.102	0.101	0.126	0.087
2010	0.102	0.101	0.126	0.086
2011	0.102	0.101	0.127	0.087
2012	0.103	0.102	0.128	0.087
2013	0.115	0.108	0.160	0.094
2014	0.133	0.162	0.136	0.094
2015	0.110	0.108	0.136	0.094
2016	0.111	0.109	0.136	0.095
2017	0.111	0.109	0.137	0.095
2018	0.127	0.137	0.142	0.102
2019	0.114	0.112	0.135	0.102
2020	0.114	0.113	0.135	0.102
2021	0.114	0.112	0.135	0.102
均值	0.107	0.108	0.131	0.089
增长率/%	22.581	20.430	15.385	32.468

分区域乡村生态韧性水平分析，主产区、主销区及产销平衡区的乡村生态韧性水平均呈上升趋势，从2004年以来，主销区一直保持稳定的增长趋势，成为全国乡村生态韧性的领先区域，主产区乡村生态韧性水平呈波动上升趋势，产销平衡区乡村生态韧性水平保持坚挺。在平均水平方面，主销区乡村生态韧性水平历年平均水平最高，主产区次之，随后为产销平衡区。这可能是因为主销区经济发达，环境要求严格，农村基础设施建设完善，且随着城镇化步伐加快，农民对土地依赖性减弱，“非粮化”种植面积逐年扩大，乡村生态压力小，而为了补充粮食缺口，主销区必须从主产区调粮，增大了主产区面临的生态压力，导致其乡村土壤有机质退化严重、农田水利设施建设不足等问题突出。对于产销平衡区而言，其经济发展水平落后，且其省份多地处西部偏远地区，土壤沙化、耕地资源稀缺等问题突出，农村基础生产生活设施相对落后，乡村生态韧性水平起点低。

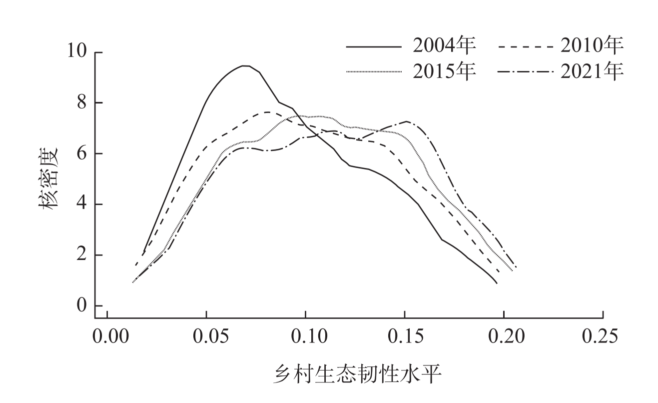


图1 乡村生态韧性水平核密度分布

Fig. 1 Kernel density distribution of rural ecological resilience levels

2.1.2 乡村生态韧性动态演进 使用核密度估计分析乡村生态韧性水平的动态演进规律，结果如图1所示。考察期内全国乡村生态韧性得分随时间推

移表现出“曲线向右运动、右尾拉长、宽度加大”的变化特点，曲线向右移动说明乡村生态韧性的得分不断提高，乡村生态韧性得到了一定程度的发展；分布延展性扩宽并且右尾逐年拉长，说明全国范围内空间差距有所扩大，且宽度加大说明各省的差异程度有所变大。

2.1.3　乡村生态韧性水平区域差异及分析　2004—2021年全国乡村生态韧性水平的基尼系数均在0.35以下，说明总体差异并不十分严峻。从发展趋势来看，全国乡村生态韧性水平基尼系数呈现波动下降的态势，从2004年的0.247下降到2021年的0.221(图2a)。对比区域内基尼系数(图2b)可知，三大区域中产销平衡区呈波动上升趋势，主产区及主销区呈波动下降趋势，且产销平衡区的基尼系数最高，其次为主销区，最后为主产区。对比区域间基尼系数(图2c)可知，三大区域之间的基尼系数均值从大到小排序为产销平衡区与主销区、产销平衡区与主产区、主产区与主销区。从趋势来看，三大区域之间的差异呈波动缩小趋势。分析乡村生态韧性水平总体差异分解及其来源情况(图2d)可知，空间差异来源按贡献率排序从大到小依次是超变密度、区域间及区域内。发展态势分析发现，超变密度呈波动上升趋势，区域间差异呈波动下降趋势，区域内差异保持稳定变化不大。

2.2　乡村生态韧性水平影响因素分析

本文首先探究了乡村生态韧性水平的全局莫兰指数，结果显示在考察期内绝大部分年份通过了显著性检验，中国乡村生态韧性存在显著的空间聚集现象。通过局部莫兰指数发现，中国乡村生态韧性遵循高值省份与一个或者多个高值省份相邻或低值省份与低值省份相邻的空间分布态势。接下来，本文对乡村生态韧性的驱动力进行识别，以期为各地区乡村生态韧性的提升提供经验及政策依据。

有关空间计量模型的选择，本文首先通过LM检验判断空间误差模型和空间滞后模型的选取，之后运用Hausman检验进行固定效应模型及随机效应模型的选取，在此基础上，进一步进行LR检验及Wald检验以确定空间杜宾模型是否能退化为空间误差模型和空间滞后模型。检验结果显示，空间杜宾模型无法退化为空间滞后模型或空间误差模型，仅使用后2种模型来研究空间溢出可能存在偏差，因此选择空间杜宾模型探究影响乡村生态韧性的因素。

空间杜宾模型的回归结果如表4中(1)、(2)所

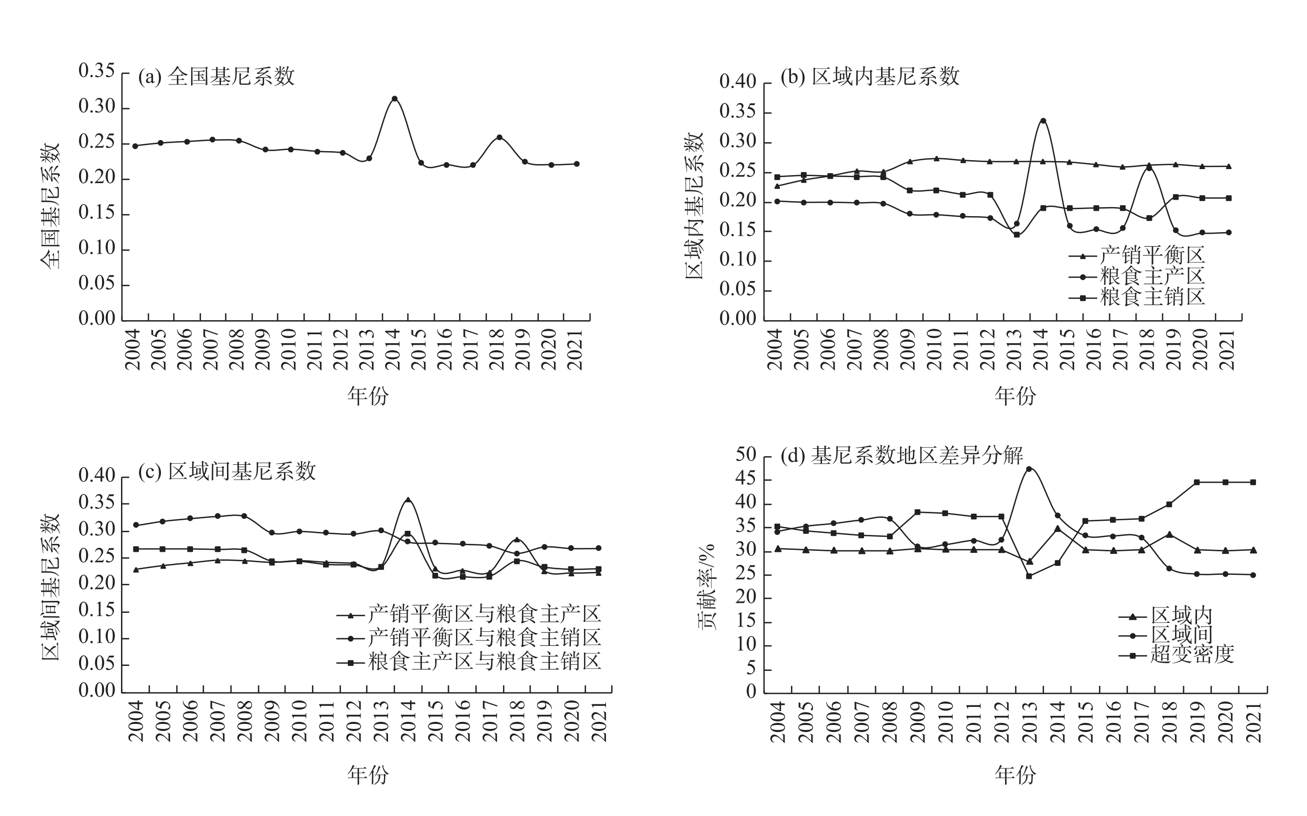


图2　乡村生态韧性区域差异分解

Fig. 2　Regional differences in rural ecological resilience

示，考虑到空间自回归系数显著不为零时，模型中解释变量和被解释变量的空间滞后项同时存在会导致空间溢出效应出现系统性偏误，故本文采用LeSage等[27]提出的方法，利用偏微分对空间回归系数进行无偏处理，用直接效应来分析各省内部解释变量对被解释变量的影响，运用间接效应分析空间溢出效应，结果如表4中(3)、(4)和(5)所示。

由表4中(3)可以看出环境规制强度的估计系数在1%水平上显著为正，说明环境规制强度对本省的乡村生态韧性具有显著的正向影响。这是因为环境规制强度的提升对农业废水、废气等污染物排放限制束紧，刺激乡村企业绿色转型，且农村居民对环保活动参与热情、舆论引导等非正式环境规制作用力不断增强，农民生活废水排放、生活垃圾乱堆等不利于乡村生态建设的行为相应减少，从而带来生态韧性的提升。城镇化率的估计系数为负，且在1%水平上显著。这是因为一方面，现阶段我国一些省份仍处于城镇化水平加速时期，自然资源、政治法律、经济社会和科学技术等宏观要素更多的向城市建设倾斜，从而使乡村生态治理仍然面临资金、人力等要素制约；另一方面，城镇化率使得大量乡村青壮年外流，造成农村劳动力短缺，加大化肥、农药等劳动替代性要素的投入强度，同时使得农村土地闲置浪费、耕地抛荒等问题凸显，导致土地生物多样性下降，不利于乡村生态韧性的提高。农村经济增长水平估计系数为正但未通过显著性检验，这说明农村经济增长水平对本省的乡村生态韧性具有正向影响，但不显著。这可能是因为脱贫攻坚战的胜利仅过去几年，乡村人均GDP的提高使得农村居民在解决温饱问题后虽然可能会关注到生态问题，但短时间内对享受型物质生活的经济投入更大，而对生态环境的认识还有待提升，故影响不显著。政府财政支农力度估计系数为负但未通过显著性检验，这说明政府财政支农对乡村生态韧性具有负向作用，目前中国各省的财政支农可能更多侧重于基础设施建设、乡村产业经济发展，忽略了乡村生态治理，同时也缺乏建立以绿色生态为导向、以促进乡村生态资源合理利用和生产环境保护为目标的财政支农政策体系和约束机制，且现有的财政支农政策在精准性、指向性和实效性方面存在不足，从而导致乡村生态韧性环境保护成效不显著。

由表4中(4)可以看出环境规制强度的估计系数在1%水平上显著为负，说明环境规制强度对乡村生态韧性存在负向空间溢出效应。这是因为存在“污染天堂效应”，一些本省转型速度慢、高污染高耗能的乡镇农企会向环境规制强度低的地区转移，加大其他省份的污染压力，降低其他省份的乡村生态韧性。城镇化率的估计系数在1%水平上显著为正，存在正向的空间溢出效应。农村经济增长水平的估计系数为负，通过10%显著性检验，本省乡村人均收入的增长会使邻省乡村居民心生羡慕，而容易短时间内为追求经济增长而放弃环境保护，从而对乡村生态韧性产生负面影响。政府财政支农力度的估计系数为负，且在1%水平上显著，说明政府支农力度对乡村生态韧性发展水平的影响存在负向空间溢出效应。这是因为本省高财政支农力度所带来的政策优惠会吸引邻省满足支持条件的优质企业转移“落户”，一方面使得邻省部分乡村资源如耕地抛荒闲置，另一方面，未能转移的往往是高污染、高能耗且缺乏绿色转型能力的农企，这部分农企给邻省乡村生态韧性带来了巨大的挑战。从总效应来看，城镇化率在总体上显著促进了中国乡村生态韧性的发展，环境规制强度、农村经济增长水平及政府财政支农力度对中国乡村生态韧

表4　空间杜宾模型估计结果

Tab. 4　Spatial Durbin model estimation results

变量	(1) 主效应	(2) 空间效应	(3) 直接效应	(4) 间接效应	(5) 总效应
环境规制强度	0.083***(8.97)	−0.144***(−8.02)	0.062***(5.69)	−0.236***(−4.56)	−0.174***(−3.01)
城镇化率	−0.001***(−6.24)	0.002***(5.93)	−0.001***(−4.89)	0.004***(4.14)	0.003***(2.94)
农村经济增长水平	0.006(1.20)	−0.028***(−2.69)	0.001(0.10)	−0.061*(−1.96)	−0.061*(−1.67)
政府财政支农力度	0.054(0.55)	−0.514***(−3.30)	−0.067(−0.69)	−1.256***(−3.34)	−1.323***(−3.19)
ρ			0.645***(16.31)		
R-squared			0.001		

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平上显著；括号内数值为Z值；ρ 为空间自相关系数；R-squared为决定系数。

性的发展具有负向作用。除此之外，空间自相关系数(ρ)显著为正，表明本省(市)的乡村生态韧性发展会受到邻近区域乡村生态韧性发展的正向影响。

3 讨 论

有别于前人将乡村生态韧性作为乡村韧性的维度之一进行内涵界定、水平测度、影响因素分析，本文以科学性为准则利用熵值法和TOPSIS法确定各指标权重，从而建立全面反映、易于量化统计的乡村生态韧性评价指标体系，对我国乡村生态韧性水平进行直接测度，深入研究乡村生态韧性的时空演变，并利用空间杜宾模型探究影响因素，以期为提升我国乡村生态韧性提供可靠的决策依据和具有可操作性、利于乡村生态可持续发展的宏微观政策建议。从时序演变可以看出，2004—2021年全国乡村生态韧性呈上升趋势，但整体仍处于较低水平，这与郑艳洁等[6]、王鑫等[13]的研究结论相符。从空间演变来看，乡村生态韧性水平呈现主销区>主产区>产销平衡区的特征，现有研究并未涉及。运用空间杜宾模型，探究乡村生态韧性影响因素发现，城镇化率显著负向影响乡村生态韧性水平，这与田健等[11]以西藏为例的研究结果一致；农村经济增长及政府财政支农力度均正向影响乡村生态韧性，这与王成等[15]以重庆市为研究对象进行研究的结论基本一致。

4 结论与启示

4.1 结论

(1) 虽然2004—2021年全国乡村生态韧性呈上升趋势，但整体仍处于较低水平。分区来看，乡村生态韧性水平呈现主销区>主产区>产销平衡区的特征，其中在平均水平方面，主销区乡村生态韧性水平历年平均水平最高，主产区次之，随后为产销平衡区。

(2) 乡村生态韧性得分随时间的推移表现出“曲线向右运动、右尾拉长、宽度加大”的变化特点。通过Dagum基尼系数分解其区域差异发现，全国乡村生态韧性水平的基尼系数较低，总体差异并不十分严峻，且呈现下降的态势。

(3) 全国乡村生态韧性呈现出较强的空间相关性，环境规制显著正向影响乡村生态韧性水平，且存在显著负向溢出效应；城镇化率显著负向影响乡村生态韧性水平，并存在显著正向溢出效应；农村经济增长水平及政府财政支农力度分别正向和负向影响乡村生态韧性，但结果并不显著，从间接效应来看，两者均存在显著的负向溢出效应。

4.2 启示

基于上述发现，本文得到如下政策启示：

(1) 应在坚守经济生态两手抓原则上加强顶层统筹规划，坚持保护资源和保护环境的基本国策，全面推进农业“三减”，改变传统农业高耗能生产方式；以生态本底和自然禀赋为基础，科学配置自然和人工保护修复措施，对重要生态系统、生物物种及遗传资源实施有效保护，保障生态安全和生物安全；以人为本，逐步改善乡村人居环境，提升村容村貌。

(2) 长期以来，粮食主产区为保障粮食安全作出巨大贡献，应在政策上给予一定程度的生态补偿，除此之外，其自身也应积极推动农业绿色转型，促进要素投入的减量增效，提高面源污染防治效能，处理好资源节约、耕地保护、生态维护、乡村和美等关键问题；产销平衡区农村生态资源及环境发展起点低，应给予适当的政策倾斜和资源帮扶，与此同时，自身也要秉承优先生态环境保护、兼顾社会经济发展的基本原则，在乡村振兴过程中充分考虑生态环境因素，持续加大生物资源的保护力度，助推可持续发展。

(3) 强化区域发展意识，重视地理相连效应，充分发挥乡村生态韧性高值省份的辐射带动作用，以复合功能为导向倡导共享绿色技术设施及生态共同体的发展理念，增强整体乡村生态承载力。与此同时，在现有基础上，创新环境规制工具和手段，实时优化调整环境规制政策，既要有效服务于地区乡村生态韧性发展，也要避免基础政策在实施过程中变形走样。在城镇化过程中，要积极做好乡村生态保护工作，以更加科学合理的方式利用闲置的乡村资源。伴随乡村经济增长，基层政府要做好乡村生态保护思想的普及工作，使生态文明成为社会主义主流价值观，走进千村万户的日常生活，融入生态乡村建设每一个环节。在进行政府财政支农时，要加大对乡村生态资金倾斜力度，以确保乡村生态保护具有充足资金。

参考文献(References)

[1] 何龙斌, 王海鑫. 乡村产业振兴与生态产品价值实现: 逻辑关系、耦合机理与协同路径[J]. 经济纵横, 2023(11): 88-94. [He

Longbin, Wang Haixin. Revitalization of rural industries and value realization of ecological products: Logic, coupling mechanism, and coordination path[J]. Economic Review Journal, 2023(11): 88-94.]

[2] 谷晓芸. 推进乡村生态振兴: 现实困境与突破路径[J]. 农业经济, 2023(12): 58-59. [Gu Xiaoyun. Promoting rural ecological revitalization: Realistic dilemma and breakthrough path[J]. Agricultural Economy, 2023(12): 58-59.]

[3] 师荣光, 武文豪, 汪常乐, 等. 绿色发展视角下乡村生态环境规划的几点思考[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(5): 989-996. [Shi Rongguang, Wu Wenhao, Wang Changle, et al. Reflections on rural environmental planning from the perspective of green development[J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2023, 40(5): 989-996.]

[4] 白凌婷, 徐嘉辉, 谢小军. 乡村振兴背景下农村生态环境污染治理的不足与对策[J]. 农业经济, 2023(8): 34-37. [Bai Lingting, Xu Jiahui, Xie Xiaojun. Deficiencies and countermeasures of rural ecological environment pollution governance in the context of rural revitalization[J]. Agricultural Economy, 2023(8): 34-37.]

[5] Holling C S. Resilience and stability of ecological system[J]. Annual Review of Ecology & Systemmatics, 1973, 4(1): 1-23.

[6] 郑艳洁, 秦烨, 康耀武. 中国乡村韧性评价与空间分异研究[J]. 价格理论与实践, 2023(5): 159-163. [Zheng Yanjie, Qin Ye, Kang Yaowu. Assessment and spatial differentiation of rural resilience in China[J]. Price: Theory & Practice, 2023(5): 159-163.]

[7] 和佳慧, 吴映梅, 余丽娇, 等. 西部地区乡村韧性的时空演变及驱动因子探测[J]. 地域研究与开发, 2023, 42(1): 144-148, 160. [He Jiahui, Wu Yingmei, Yu Lijiao, et al. Spatio-temporal evolution and driver detection of rural resilience in western China[J]. Areal Research and Development, 2023, 42(1): 144-148, 160.]

[8] 祝文婷, 韦燕飞, 李文辉, 等. "三生"视角下的西江流域(广西段)乡村韧性时空分异特征[J]. 水土保持研究, 2023, 30(4): 438-446. [Zhu Wenting, Wei Yanfei, Li Wenhui, et al. Spatiotemporal differentiation characteristics of rural resilience in the Xijiang River Basin (Guangxi section) from the perspective of production-living-ecology[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(4): 438-446.]

[9] 王彩丽, 闫绪娴. 中国乡村韧性时空分异及障碍因子诊断[J]. 经济问题, 2022(10): 91-97. [Wang Caili, Yan Xuxian. Spatio-temporal variation of rural resilience in China and diagnosis of its obstacle factors[J]. Economic Issues, 2022(10): 91-97.]

[10] 郭佳, 翟国方, 葛懿夫. 乡村人居环境综合韧性指数构建及实证研究——以江苏省为例[J]. 上海城市规划, 2023(2): 15-22. [Guo Jia, Zhai Guofang, Ge Yifu. Construction and empirical study of comprehensive resilience index of rural human settlements: A case study of Jiangsu Province[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(2): 15-22.]

[11] 田健, 眭长清, 曾穗平, 等. 山地乡村人居环境系统韧性的空间分异机制与优化策略——以西藏昌都为例[J]. 上海城市规划, 2023(2): 29-37. [Tian Jian, Sui Changqing, Zeng Suiping, et al. Spatial differentiation mechanisms and optimization strategies of mountainous rural human settlements system resilience: A case study of Changdu, Tibet[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(2): 29-37.]

[12] 程莉, 黄兰稀, 严月岑, 等. 长江经济带乡村生态韧性测度及影响因素研究[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(5): 11-23. [Cheng Li, Huang Lanxi, Yan Yuecen, et al. Research on the measurement and influencing factors of rural ecological resilience in the Yangtze River Economic Belt[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(5): 11-23.]

[13] 王鑫. 乡村生态韧性治理的水平测度与融合发展[J]. 统计与决策, 2023, 39(20): 45-50. [Wang Xin. Level measurement and integration development of rural ecological resilience governance[J]. Statistics and Decision Making, 2023, 39(20): 45-50.]

[14] 曲霞, 文晓巍. 乡村振兴背景下韧性乡村的影响因素与示范带耦合分析[J]. 学术研究, 2022(12): 90-95. [Qu Xia, Wen Xiaowei. Coupling analysis of influencing factors and demonstration zones of resilient villages in the context of rural revitalization[J]. Academic Research, 2022(12): 90-95.]

[15] 王成, 吴昕玥. 重庆市乡村生产空间系统韧性扰动因素的空间效应及作用关系[J]. 资源科学, 2022, 44(8): 1604-1614. [Wang Cheng, Wu Xinyue. Spatial effect and relationship of disturbances to the resilience of rural production spatial system in Chongqing Municipality[J]. Resources Science, 2022, 44(8): 1604-1614.]

[16] 黄河东. 基于PSR模型和改进TOPSIS法的中国城市群生态质量比较研究[J]. 生态经济, 2016, 32(6): 164-167, 200. [Huang Hedong. The comparative studies on the ecological quality of China's city agglomeration based on the PSR model and the improved TOPSIS method[J]. Ecological Economy, 2016, 32(6): 164-167, 200.]

[17] 彭建, 吴健生, 潘雅婧, 等. 基于PSR模型的区域生态持续性评价概念框架[J]. 地理科学进展, 2012, 31(7): 933-940. [Peng Jian, Wu Jiansheng, Pan Yajing, et al. Evaluation for regional ecological sustainability based on PSR model: Conceptual framework [J]. Progress in Geoscience, 2012, 31(7): 933-940.]

[18] 徐磊, 张盼盼, 张贵军, 等. 基于结构和功能的河北省县域乡村地域系统韧性及协调特征研究[J]. 地理与地理信息科学, 2023, 39(5): 98-106, 130. [Xu Lei, Zhang Panpan, Zhang Guijun, et al. Resilience and coordination characteristics of rural territorial system of counties in Hebei Province based on structure and function[J]. Geography and Geo-information Science, 2023, 39(5): 98-106, 130.]

[19] 霍松涛. 中国乡村经济韧性测度及时空演变特征研究[J]. 云南财经大学学报, 2023, 39(6): 1-17. [Huo Songtao. A study on the measurement and the spatial-temporal evolution characteristics of rural economy resilience in China[J]. Journal of Yunnan University of Finance and Economics, 2023, 39(6): 1-17.]

[20] 胡霄, 李红波, 李智, 等. 河北省县域乡村韧性测度及时空演变[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(3): 89-96. [Hu Xiao, Li Hon-

gbo, Li Zhi, et al. Measurement and spatio-temporal evolution of rural resilience at county level in Hebei Province[J]. Geography and Geo-information Science, 2021, 37(3): 89−96.]

[21] 周建军, 谭莹, 胡洪涛. 环境规制对中国生猪养殖生产布局与产业转移的影响分析[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(3): 440−450. [Zhou Jianjun, Tan Ying, Hu Hongtao. The influences of environmental regulations on hog production distribution and industry movement in China[J]. Research of Agricultural Modernization, 2018, 39(3): 440−450.]

[22] 朱战国, 朱书凝, 周琳, 等. 高质量发展新格局下中国生猪产业可持续发展水平评价[J]. 农业经济问题, 2023(4): 105−122. [Zhu Zhanguo, Zhu Shuning, Zhou Lin, et al. Sustainability assessment of China's hog industry in the new pattern of high-quality development[J]. Agricultural Economic Issues, 2023(4): 105−122.]

[23] 高延雷, 张正岩, 王志刚. 基于熵权TOPSIS方法的粮食安全评价: 从粮食主产区切入[J]. 农林经济管理学报, 2019, 18(2): 135−142. [Gao Yanlei, Zhang Zhengyan, Wang Zhigang. Food security evaluation based on entropy weight TOPSIS method: Cutting from major grain producing area[J]. Journal of Agricultural and Forestry Economics and Management, 2019, 18(2): 135−142.]

[24] Dagum C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. Empirical Economices, 1997, 22(4): 515−531.

[25] 夏文浩, 王铭扬, 姜磊. 新疆农业碳排放强度时空变化趋势与收敛分析[J]. 干旱区地理, 2023, 46(7): 1145−1154. [Xia Wenhao, Wang Mingyang, Jiang Lei. Spatial and temporal trends of agricultural carbon emission intensity in Xinjiang and convergence analysis[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(7): 1145−1154.]

[26] 杜娅明, 白永平, 梁建设, 等. 黄河流域旅游业碳排放效率综合测度及影响因素研究[J]. 干旱区地理, 2023, 46(12): 2074−2085. [Du Yaming, Bai Yongping, Liang Jianshe, et al. Comprehensive measurement and influencing factors of carbon emission efficiency of tourism in the Yellow River Basin[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(12): 2074−2085.]

[27] LeSage P, Pace R. Introduction to spatial econometrics[M]. Florida: CRC Press, 2009: 25−42.

Spatial and temporal evolution characteristics and influencing factors of rural ecological resilience in China

REN Hongjie, LI Huishang

(Institute of Agricultural Information, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Agricultural Big Data, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the theory of resilience governance, this paper utilizes panel data from 30 provinces (cities) in China from 2004 to 2021 to construct evaluation indices from the pressure, state, and response dimensions. It objectively measures and systematically portrays the spatial and temporal evolution characteristics of China's rural ecological resilience, employing the spatial Durbin model to empirically explore the factors influencing rural ecological resilience. The findings indicate that: (1) Although the overall ecological resilience of rural areas nationwide shows an upward trend, it remains at a low level, exhibiting the pattern of main grain marketing areas>main grain producing areas>areas with balanced grain production and marketing. (2) The rural ecological resilience scores display the characteristics of "the curve shifts rightward, the right tail extends, and the width broadens" during the study period. Decomposition of regional disparities using the Dagum Gini coefficient reveals that overall regional differences are not severe and show a persistent trend of narrowing. (3) Analysis of spatial spillover effects indicates that the intensity of environmental regulation significantly and positively influences rural ecological resilience, accompanied by a significant negative spillover effect. Conversely, the urbanization rate significantly and negatively impacts rural ecological resilience, with a significant positive spillover effect. The levels of rural economic growth and government financial support for agriculture also influence rural ecological resilience positively and negatively, respectively, though these effects are not statistically significant. Both factors exhibit significant negative spillover effects in terms of indirect influence.

Key words: rural ecology; resilience; spatial and temporal evolution; influencing factors